

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Application No.: NEW Group Art Unit: Unknown
Filing Date: March 12, 2004 Examiner: Unknown
Applicants: SERGEY ZHIDKOV Conf. No.: Unknown
Title: APPARATUS AND METHOD FOR DIRECT
MEASUREMENT OF CHANNEL STATE FOR
CODED ORTHOGONAL FREQUENCY DIVISION
MULTIPLEXING RECEIVER

PRIORITY LETTER

March 12, 2004

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sirs:

Pursuant to the provisions of 35 U.S.C. 119, enclosed is/are a certified copy of the following priority document(s).

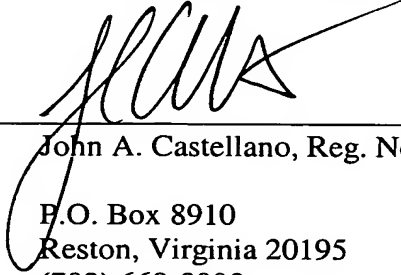
| <u>Application No.</u> | <u>Date Filed</u> | <u>Country</u> |
|------------------------|-------------------|----------------|
| 2003-46326 | 7/9/2003 | Korea |

In support of Applicant's priority claim, please enter this document into the file.

Respectfully submitted,

HARNESS, DICKEY, & PIERCE, P.L.C.

By


John A. Castellano, Reg. No. 35,094

P.O. Box 8910
Reston, Virginia 20195
(703) 668-8000

JAC/cah



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원번호 : 10-2003-0046326
Application Number

출원년월일 : 2003년 07월 09일
Date of Application JUL 09, 2003

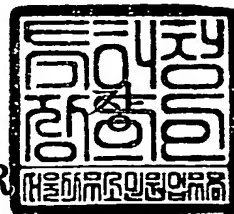
출원인 : 삼성전자주식회사
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2003 년 10 월 27 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】 특허출원서
【권리구분】 특허
【수신처】 특허청장
【참조번호】 0004
【제출일자】 2003.07.09
【국제특허분류】 H04B
【발명의 명칭】 직접 계산 방식에 의한 코드화 직교 주파수 분할 다중화 수신기의 채널 상태 평가 장치 및 그 방법
【발명의 영문명칭】 Apparatus for direct measurement of the channel state for the coded orthogonal frequency division multiplexing receiver and method thereof
【출원인】
【명칭】 삼성전자 주식회사
【출원인코드】 1-1998-104271-3
【대리인】
【성명】 이영필
【대리인코드】 9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】 2003-003435-0
【대리인】
【성명】 정상빈
【대리인코드】 9-1998-000541-1
【포괄위임등록번호】 2003-003437-4
【발명자】
【성명의 국문표기】 지드코프 세르게이
【성명의 영문표기】 ZHIDKOV, Sergey
【주소】 경기도 수원시 팔달구 매탄동 성일아파트 201동 1501호
【국적】 RU
【심사청구】 청구
【취지】 특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인
 이영필 (인) 대리인
 정상빈 (인)

1020030046326

출력 일자: 2003/10/31

【수수료】

| | | | | |
|---------|----|---|--------|---|
| 【기본출원료】 | 20 | 면 | 29,000 | 원 |
|---------|----|---|--------|---|

| | | | | |
|---------|----|---|--------|---|
| 【가산출원료】 | 32 | 면 | 32,000 | 원 |
|---------|----|---|--------|---|

| | | | | |
|----------|---|---|---|---|
| 【우선권주장료】 | 0 | 건 | 0 | 원 |
|----------|---|---|---|---|

| | | | | |
|---------|----|---|-----------|---|
| 【심사청구료】 | 28 | 항 | 1,005,000 | 원 |
|---------|----|---|-----------|---|

| | | | | |
|------|-----------|--|---|--|
| 【합계】 | 1,066,000 | | 원 | |
|------|-----------|--|---|--|

| | |
|--------|-------------------|
| 【첨부서류】 | 1. 요약서·명세서(도면)_1통 |
|--------|-------------------|

【요약서】**【요약】**

직접 계산 방식에 의한 코드화 직교 주파수 분할 다중화 수신기의 채널 상태 평가 장치 및 그 방법이 개시된다. OFDM 수신기의 채널 상태 평가 장치는, 수신 신호값과 디매핑된값 사이의 자승 유클리드 거리를 채널 상태 평가에 이용하여 주파수 선택적인 채널에 적응하고 코-채널 간섭이 있는 신호 처리에도 적합한 신뢰성있는 CSI를 추정한다. 따라서, 이와 같이 추정된 CSI는 비터비 디코더와 같은 후속 에러 정정 디코더의 비트-메트릭 계산에 이용됨으로써 시스템의 SNR 이득을 높일 수 있다. 또한, 이를 구비한 디지털 텔레비전 수신 장치 등에서 DVB-T 신호를 안정적으로 수신하여 영상 처리함으로써, 디지털 텔레비전에서 왜곡 없이 깨끗한 영상이 디스플레이 될 수 있는 효과가 있다.

【대표도】

도 9

【명세서】

【발명의 명칭】

직접 계산 방식에 의한 코드화 직교 주파수 분할 다중화 수신기의 채널 상태 평가 장치 및 그 방법{Apparatus for direct measurement of the channel state for the coded orthogonal frequency division multiplexing receiver and method thereof}

【도면의 간단한 설명】

본 발명의 상세한 설명에서 인용되는 도면을 보다 충분히 이해하기 위하여 각 도면의 간단한 설명이 제공된다.

도 1은 일반적인 DVB-T 송신기의 블록도이다.

도 2는 일반적인 DVB-T 시스템에서 파일럿의 배열을 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 일반적인 DVB-T 수신기의 블록도이다.

도 4는 도 3의 비트 메트릭 계산 및 내부 디인터리빙부의 블록도이다.

도 5는 비트 메트릭 계산 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 직접 계산 방식에 의한 종래의 CSI 프로세서의 블록도이다.

도 7은 DVB-T 신호 스펙트럼과 간섭 스펙트럼을 나타내는 도면이다.

도 8은 여러가지 동작 모드에서 인접 캐리어들 사이의 상관도를 나타내는 그래프이다.

도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 OFDM 수신기의 채널 상태 평가 장치의 블록도이다.

도 10은 도 9의 구체적인 블록도이다.

도 11은 도 9 또는 도 10의 적응부의 구체적인 블록도이다.

도 12는 에러 신호와 SNR 사이의 관계를 나타내는 그래프이다.

도 13은 4비트의 채널 상태 정보를 생성하는 도 9 또는 도 10의 양자화부에서 수행하는 전달 함수를 나타내는 그래프이다.

도 14는 다중 경로 채널에 대하여 도 9의 채널 상태 평가 장치를 적용하는 경우의 시뮬레이션 결과를 나타내는 그래프이다.

도 15는 코-채널 간섭이 있는 채널에 대하여 도 9의 채널 상태 평가 장치를 적용하는 경우의 시뮬레이션 결과를 나타내는 그래프이다.

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<17> 본 발명은 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 수신기에 관한 것으로서, 특히 OFDM 신호의 서브-캐리어를 통하여 채널 상태를 평가하는 장치에 관한 것이다.

<18> 채널 상태 정보(channel state information)(이하 "CSI"로 약칭함)는 일반적으로 서브-캐리어의 SNR(signal-to-noise ratio)로 정의된다. CSI를 계산하는 방식에는 간접 계산 방식(indirect measurement method), 직접 계산 방식(direct measurement method), 및 결합 방식(combined method)이 있다.

<19> 채널 상태 평가의 간접 방식(indirect method of channel state measurement)은 채널 등화기에서 계산된 채널 주파수 응답의 크기(magnitude of channel frequency response)를 사용한다. 이 경우는 화이트 노이즈(white noise)가 존재하는 채널, 또는 스테틱(static) 채널에서 좋은 성능을 나타내지만, 주파수가 선택적인 채널(frequency selective channel), 또는 모바일(mobile) 채널과 같이 채널 간섭이 존재하는 채널에서는 좋은 성능을 주지 못한다.

DVB-T(Terrestrial Digital Video Broadcasting) 신호에 아날로그 TV 신호가 혼합되어 있고, 도 7과 같은 스펙트럼을 가지는 코-채널에서도 코-채널 간섭(co-channel inteference)이 존재하므로 채널 상태 평가의 간접 방식은 적합하지 않다.

<20> 채널 상태 평가의 직접 방식(direct method of channel state measurement)은 수신된 신호값과 도 5와 같은 I-Q 좌표도(constellation plot of in-phase and quadrature component)에서 가장 가까운 점들 사이의 차이를 이용한다. 이와 같은 방식에 대한 자세한 설명은 미국 특허, "US5,636,253", 또는 유럽 특허 출원, "EP0,991,239"에 잘 나타나 있다. 이 경우는 주파수가 선택적인 채널, 또는 모발 채널과 같이 채널 간섭이 존재하는 채널에서는 좋은 성능을 나타내지만, 화이트 노이즈가 존재하는 채널, 또는 스테틱(static) 채널에서 좋은 성능을 주지 못한다.

<21> 채널 상태 평가의 결합 방식(combined method of channel state measurement)은 유럽 특허 출원, "EP1,221,793" 등에서 시도되고 있으나, 아직 주파수가 선택적인 채널, 또는 모발 채널과 같이 채널 간섭이 존재하는 채널에서 간접 방식보다 좋은 성능을 나타내지 못하고 있다.

<22> 도 1은 일반적인 DVB-T 송신기의 블록도이다. 도 1의 DVB-T 송신기는 DVB-T 신호의 MPEG(Moving Picture Experts Group) 비트 스트림(1)을 처리하여 안테나를 통하여 공중으로 송출하는 송신기이다. 상기 DVB-T 송신기는 에너지 분산부(energy dispersal unit)(2), 외부 코더(3), 외부 인터리버(4), 내부 코더(5), 내부 인터리버(6), 매퍼(7), 프레임 적응부(8), 변조부(9), D/A 변환부(10), 및 송신처리부(11)를 포함한다. 주지된 바와 같이, 매퍼(7)는 QPSK, 16-QAM, 또는 64-QAM 등과 같은 변조 포맷에 따라 I 및 Q 신호(in-phase and quadrature signals)를 생성하고, 프레임 적응부(8)는 이러한 신호를 프레임 구조로 바꾼다. 이때, 각 프레임은 68 OFDM 심볼로 구성되며, 각 심볼은 동작 모드에 따라 6817 액티브 캐리어(8K 모드에

서) 또는 1705 액티브 캐리어(2K 모드에서)로 구성된다. 이러한 규격은 ETSI(European Telecommunication Standard Institute)의 표준으로 되어있다. 프레임 적응부(8)는 또한 동기화, 모드 검출, 채널 추정 등에 사용될 CPC(continual pilot carrier), SPC(scattered pilot carrier), 및 TPSC(transmission parameter signaling carriers)를 OFDM 심볼들 각각에 추가시킨다. 이러한 캐리어들의 위치는 미리 정해져 있고, 분산 파일럿 삽입 패턴(scattered pilot insertion pattern)은 도 2에 도시된 바와 같이 4번째 심볼마다 한번씩 갈아지는 형태를 가진다.

<23> 도 3은 일반적인 DVB-T 수신기의 블록도이다. 도 3의 DVB-T 수신기는 안테나(13)를 통하여 수신된 공중파를 도 1의 송신기의 역과정으로 처리하여 생성한 MPEG 비트 스트림을 후속하는 MPEG 처리 장치로 전송하는 수신기이다. 상기 DVB-T 수신기는 튜너(14), AD 변환부(15), 복조부(16), 동기화부(17), 채널 등화기(18), TPS 디코더(19), 메트릭 계산 및 내부 디인터리빙부(22), CSI 프로세서(24), 비터비 디코더(25), 및 외부 디인터리빙, 디코딩, 및 디랜더마이징부(26)를 포함한다. 여기서, 채널 등화기(18)는 왜곡 보상된(equalized) 복소(complex) OFDM 신호, 및 자승 채널 주파수 응답의 크기(squared magnitude of the channel frequency response)(이하 "SMCFR"이라 약칭함)을 출력하고, 이에 따라 CSI 프로세서(24)는 OFDM 신호의 데이터 캐리어들 각각의 확실성 정도(degree of certainty)를 추정하여 채널 상태 정보(CSI)를 출력한다.

<24> 도 4는 도 3의 비트 메트릭 계산 및 내부 디인터리빙부(22)의 블록도이다. 여기서는 64-QAM 전송 모드에 대하여 나타내었다. 비트 메트릭 계산 및 내부 디인터리빙부(22)는 CSI 및 채널 등화기(18)의 출력 신호(I, Q)를 처리한 심볼을 비터비 디코더(25)로 출력한다. 비트 메트릭 계산 및 내부 디인터리빙부(22)는 심볼 디인터리버(28), 비트-메트릭 계산부(29-34), 비

트-디인터리빙부(35-40), 및 비트-멀티플렉서(42)를 포함한다. 여기서 비트-메트릭은 도 5에 도시된 바와 같은 과정에 의하여, [수학식 1]과 같이 계산된다. 도 5는 16-QAM 전송 모드에 대한 예이다.

<25> **【수학식 1】** $BM_i = CSI_k \times (|R_k - S_0|^2 - |R_k - S_1|^2)$

<26> (여기서, BM은 i번째 비트-메트릭, R_k 는 k번째 캐리어의 복소값, S_0 은 I-Q 좌표도에서 가장 가까운 점의 복소값으로서 i번째 위치에서 '0'비트에 대응하는 값, S_1 은 I-Q 좌표도에서 가장 가까운 점의 복소값으로서 i번째 위치에서 '1'비트에 대응하는 값, CSI_k 는 k번째 캐리어의 CSI 신호)

<27> 도 3에 도시된 DVB-T 수신기는 SMCFR을 이용하는 채널 상태 평가의 간접 방식을 취하고 있고, 이것은 위에서 기술된 바와 같은 문제점들을 가진다. 이를 개선하여 주파수가 선택적인 채널, 또는 모발 채널과 같이 채널 간섭이 존재하는 채널에서 좋은 성능을 가지기 위하여 도 6과 같은 채널 상태 평가의 직접 방식이 시도되고 있다. 도 6의 CSI 프로세서는 유럽 특허 출원, "EP0,991,239"에 잘 나타나 있다. 상기 CSI 프로세서는 SMCFR 대신에 수신된 신호(I, Q)로부터 직접 CSI를 계산하여 비트-메트릭 계산 및 내부 디인터리빙부(22)로 출력한다. 상기 CSI 프로세서는 하드 양자화부(hard quantizer)(44), 감산부(45), 모듈러스부(modulus circuit)(46), 데이터 캐리어 추출부(47), 심볼 순환 필터(48), 및 비선형 회로(55)를 포함한다. 상기 비선형 회로(55)는 로그 계산 회로(49), 반전 회로(50), 제1 합산기(51), 승산기(520), 제2 합산기(53)를 포함한다. 그러나, 이와 같은 채널 상태 평가의 직접 방식의 성능은 심볼 순환 필터(48)가 평균을 계산하는 시간에 의존한다. 즉, 더욱 많은 OFDM 심볼들이 평균에 사용되면 채널

상태 평가의 신뢰성이 증가한다. 따라서, 이와 같은 방식은 스테틱 채널에는 적합하지만 다이나믹 채널, 또는 모발 채널에는 적합하지 않다는 문제점이 있다.

- <28> 또한, 이와 같은 방식은 같은 이유로, 도 7과 같이 코-채널 간섭이 있는 DVB-T 신호 처리에도 적합하지 않으며, 도 8에 도시된 바와 같이, 주파수가 선택적인 채널(2K 모드, 8K 모드, 16K 모드, 또는 32K 모드 등)에서 각 채널의 상판도는 다른 특성을 가지므로, 주파수 선택적인 채널에 적응하지 못한다는 문제점이 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

- <29> 따라서, 본 발명이 이루고자하는 기술적 과제는 OFDM 수신기에 있어서 수신 신호값과 디매핑된값 사이의 자승 유클리드 거리(squared Euclidean distance)를 채널 상태 평가에 이용하여 주파수 선택적인 채널에 적응하고 코-채널 간섭이 있는 신호 처리에도 적합한 신뢰성있는 CSI를 추정(estimation)하여, 비터비 디코더와 같은 후속 에러 정정 디코더의 비트-메트릭 계산에 이용될 수 있도록 함으로써, 시스템의 SNR 이득을 높일 수 있는 직접 방식에 의한 채널 상태 평가 장치 및 그 방법을 제공하는데 있다.

【발명의 구성 및 작용】

- <30> 상기의 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 OFDM 수신기의 채널 상태 평가 장치는, 디매핑 및 파일럿 삽입부, 감산부, 자승 유클리드 거리 계산부, 전방향 캐리어 필터링부, 데이터 캐리어 추출부, 순환식 심볼 필터링부, 및 양자화부를 구비한다.
- <31> 상기 디매핑 및 파일럿 삽입부는 복소 OFDM 신호를 수신하여 상기 복소 OFDM 신호 중 데이터 캐리어에 속하는 값들, TPSC에 속하는 값들, CPC 또는 SPC에 속하는 값들 각각에 대응한 디매핑 처리를 수행하여 출력한다. 상기 감산부는 상기 디매핑된 신호들 각각에서 상기 복소

OFDM 신호를 감산하고, 감산된 값들을 선택적으로 출력한다. 상기 자승 유클리드 거리 계산부는 상기 감산부의 출력 신호 중 I에 속하는 신호의 자승 및 Q에 속하는 신호의 자승 각각을 계산하여 상기 자승값들을 합산한 제1 에러를 출력한다. 상기 전방향 캐리어 필터링부는 상기 제1 에러를 한 캐리어씩 지연시키고, 상기 제1 에러의 현재 캐리어값 및 지연에 의한 다수개의 캐리어값들 각각에 필터링 계수들을 승산하며, 상기 승산된 값들을 합산한 제2 에러를 출력한다. 상기 데이터 캐리어 추출부는 상기 제2 에러로부터 상기 데이터 캐리어에 대응하는 에러를 추출하여 출력한다. 상기 순환식 심볼 필터링부는 상기 데이터 캐리어 추출부의 출력 에러를 이전 심볼과 평균한 제3 에러를 출력한다. 상기 양자화부는 상기 제3 에러를 수신하여, 비선형 전달함수 관계로 반전시켜 양자화한 다수 비트의 CSI 신호를 출력한다.

<32> 상기 OFDM 수신기의 채널 상태 평가 장치는, 상기 전방향 캐리어 필터링부의 딜레이와 같은양만큼 상기 복소 OFDM 신호를 지연시켜 출력하는 전체 딜레이부를 더 구비할 수 있다. 또한, 상기 OFDM 수신기의 채널 상태 평가 장치는, 자승 채널 주파수 응답 크기의 역수에 대응하는 신호를 이용하여 인접하는 두 캐리어들의 상관 계수 신호를 추정하고, 상기 추정된 상관 계수 신호에 따라 선택되는 필터링 계수 그룹에 속하는 상기 필터링 계수들을 출력하는 적응부를 더 구비할 수 있다.

<33> 상기 디매핑 및 파일럿 삽입부는, QAM 디매퍼, BPSK 디매퍼, 및 기준 시퀀스 생성기를 구비한다. 상기 QAM 디매퍼는 상기 데이터 캐리어에 속하는 값들을 QAM 포맷에 따라 디매핑하여 출력한다. 상기 BPSK 디매퍼는 상기 TPSC에 속하는 값들을 BPSK 포맷에 따라 디매핑하여 출력한다. 상기 기준 시퀀스 생성기는 상기 CPC 또는 상기 SPC에 속하는 값들에 대응하여 캐리어 위치마다 소정 실수 시퀀스로 대체시켜 출력한다.

- <34> 상기 감산부는, 제1 감산기, 제2 감산기, 제3 감산기, 제어 로직, 및 믹스를 구비한다.
- 상기 제1 감산기는 상기 데이터 캐리어에 속하는 값들이 디매핑된 신호에서 상기 복소 OFDM 신호를 감산하여 출력한다. 상기 제2 감산기는 상기 TPSC에 속하는 값들이 디매핑된 신호에서 상기 복소 OFDM 신호를 감산하여 출력한다. 상기 제3 감산기는 상기 CPC 또는 상기 SPC에 속하는 값들이 디매핑된 신호에서 상기 복소 OFDM 신호를 감산하여 출력한다. 상기 제어 로직은 캐리어 번호 및 분산 파일럿 패턴 신호를 입력받아 현재 캐리어의 종류를 판별하여, 현재 캐리어가 상기 데이터 캐리어인 경우, 상기 TPSC인 경우, 및 상기 CPC 또는 상기 SPC인 경우 각각에 대응하는 믹스 제어 논리 신호를 출력한다. 상기 믹스는 상기 믹스 제어 논리 신호에 응답하여 상기 제1 감산기 출력 신호, 상기 제2 감산기 출력 신호, 또는 상기 제3 감산기 출력 신호를 선택적으로 출력한다.
- <35> 상기 자승 유클리드 거리 계산부는, IQ 신호 선택기, 제1 자승 계산기, 제2 자승 계산기, 및 합산기를 구비한다. 상기 IQ 신호 선택기는 상기 감산부의 출력 신호를 상기 I에 속하는 신호 및 상기 Q에 속하는 신호 각각으로 분리하여 출력한다. 상기 제1 자승 계산기는 상기 I에 속하는 신호의 자승값을 계산하여 출력한다. 상기 제2 자승 계산기는 상기 Q에 속하는 신호의 자승값을 계산하여 출력한다. 상기 합산기는 상기 자승값들을 합산한 제1 에러를 출력한다.
- <36> 상기 전방향 캐리어 필터링부는, 캐리어 딜레이 수단들, 계수 승산기들, 및 합산기들을 구비한다. 상기 캐리어 딜레이 수단들은 상기 제1 에러를 한 캐리어씩 지연시켜 다수개의 지연 캐리어값들을 출력한다. 상기 계수 승산기들은 상기 제1 에러의 상기 현재 캐리어값 및 상기 지연에 의한 다수개의 캐리어값들 각각에 상기 필터링 계수들을 승산하여 출력한다. 상기 합산기들은 상기 승산된 값들을 합산한 제2 에러를 출력한다.

- <37> 상기 순환식 심볼 필터링부는, 합산기, 딜레이기, 및 승산기를 구비한다. 상기 합산기는 상기 데이터 캐리어 추출부의 출력 에러와 제1 순환값을 합산한 상기 제3 에러를 출력한다. 상기 딜레이기는 상기 제3 에러를 한 심볼 지연시켜 출력한다. 상기 승산기는 상기 딜레이기의 출력 심볼에 소정 상실 계수를 승산한 상기 제1 순환값을 출력한다.
- <38> 상기 양자화부는, 비교기들 및 합산기들을 구비한다. 상기 비교기들은 상기 양자화 비트들에 의한 최대수의 십진수만큼의 레벨들로 구성되고 상기 레벨들과 상기 양자화수 사이에는 상기 반전 비선형 전달함수 관계를 가지는 기준 레벨들 각각과 상기 제3 에러를 비교하여, 상기 기준 레벨들 각각이 상기 제3 에러보다 크면 제2 논리 상태를 출력하고, 그렇지 않으면 제1 논리 상태를 출력한다. 상기 합산기들은 상기 비교기들의 디지털 출력값들을 합산하여 상기 다수 비트의 CSI 신호를 출력한다.
- <39> 상기 적응부는, 상관도 계산부, 및 필터 계수 선택부를 구비한다. 상기 상관도 계산부는 상기 자승 채널 주파수 응답 크기의 역수에 대응하는 신호를 이용하여 인접하는 두 캐리어들의 상관 계수 신호를 추정하여 출력한다. 상기 필터 계수 선택부는 상기 추정된 상관 계수 신호에 따라 선택되는 상기 필터링 계수 그룹에 속하는 상기 필터링 계수들을 출력한다.
- <40> 상기 상관도 계산부는, 제1 필터, 감산기, 딜레이기, 승산기, 및 제2 필터를 구비한다. 상기 제1 필터는 상기 자승 채널 주파수 응답 크기의 역수에 대응하는 신호를 입력받아 이전 캐리어와의 평균값을 계산하여 출력한다. 상기 감산기는 상기 자승 채널 주파수 응답 크기의 역수에 대응하는 입력 신호에서 상기 평균값을 감산하여 출력한다. 상기 딜레이기는 상기 감산기의 출력 신호를 한 캐리어 지연시켜 인접 캐리어를 출력한다. 상기 승산기는 상기 감산기의 출력 신호와 상기 인접 캐리어를 승산하여 출력한다. 상기 제2 필터는 상기 승산기의 출력 신호를 입력받아 이전 캐리어와의 평균값을 계산하여 상기 추정된 상관 계수 신호를 출력한다.

- <41> 상기 필터 계수 선택부는, 필터 선택기, 및 필터 계수 메모리를 구비한다. 상기 필터 선택기는 상기 추정된 상관 계수 신호에 따라 상기 필터링 계수 그룹을 선택한다. 상기 필터 계수 메모리는 다수개의 필터링 계수 그룹들 각각에 속하는 필터링 계수들을 저장하고 있고, 상기 필터 선택기의 필터링 계수 그룹의 선택에 응답하여, 상기 선택된 필터링 계수 그룹에 속하는 상기 필터링 계수들을 출력한다.
- <42> 상기의 다른 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 OFDM 수신기의 채널 상태 평가 방법은, 다음과 같은 단계를 구비한다.
- <43> 즉, 본 발명에 따른 OFDM 수신기의 채널 상태 평가 방법은, 복소 OFDM 신호를 수신하여 상기 복소 OFDM 신호 중 데이터 캐리어에 속하는 값들, TPSC에 속하는 값들, CPC 또는 SPC에 속하는 값들 각각에 대응한 디매핑 처리를 수행하여 출력하는 디매핑 단계; 상기 디매핑된 신호들 각각에서 상기 복소 OFDM 신호를 감산하고, 감산된 값들을 선택적으로 출력하는 감산 단계; 상기 감산 단계의 출력 신호 중 I에 속하는 신호의 자승 및 Q에 속하는 신호의 자승 각각을 계산하여 상기 자승값들을 합산한 제1 에러를 출력하는 자승 유클리드 거리 계산 단계; 상기 제1 에러를 한 캐리어씩 지연시키고, 상기 제1 에러의 현재 캐리어값 및 지연에 의한 다수개의 캐리어값들 각각에 필터링 계수들을 승산하며, 상기 승산된 값들을 합산한 제2 에러를 출력하는 전방향 캐리어 필터링 단계; 상기 제2 에러로부터 상기 데이터 캐리어에 대응하는 에러를 추출하여 출력하는 데이터 캐리어 추출 단계; 상기 데이터 캐리어 추출 단계의 출력 에러를 이전 심볼과 평균한 제3 에러를 출력하는 순환식 심볼 필터링 단계; 및 상기 제3 에러를 수신하여, 비선형 전달함수 관계로 반전시켜 양자화한 다수 비트의 CSI 신호를 출력하는 양자화 단계를 구비한다.

- <44> 상기 OFDM 수신기의 채널 상태 평가 방법은, 상기 전방향 캐리어 필터링 단계의 딜레이와 같은양만큼 상기 복소 OFDM 신호를 지연시켜 출력하는 전체 딜레이 단계를 더 구비할 수 있다. 또한, 상기 OFDM 수신기의 채널 상태 평가 방법은, 자승 채널 주파수 응답 크기의 역수에 대응하는 신호를 이용하여 인접하는 두 캐리어들의 상관 계수 신호를 추정하고, 상기 추정된 상관 계수 신호에 따라 선택되는 필터링 계수 그룹에 속하는 상기 필터링 계수들을 출력하는 적응 단계를 더 구비할 수 있다.
- <45> 상기 적응 단계는, 상기 자승 채널 주파수 응답 크기의 역수에 대응하는 신호를 이용하여 인접하는 두 캐리어들의 상관 계수 신호를 추정하여 출력하는 상관도 계산 단계; 및 상기 추정된 상관 계수 신호에 따라 선택되는 상기 필터링 계수 그룹에 속하는 상기 필터링 계수들을 출력하는 필터 계수 선택 단계를 구비한다.
- <46> 상기 상관도 계산 단계는, 상기 자승 채널 주파수 응답 크기의 역수에 대응하는 신호를 입력받아 이전 캐리어와의 평균값을 계산하여 출력하는 제1 필터링 단계; 상기 자승 채널 주파수 응답 크기의 역수에 대응하는 입력 신호에서 상기 평균값을 감산하여 출력하는 감산 단계; 상기 감산 단계의 출력 신호를 한 캐리어 지연시켜 인접 캐리어를 출력하는 딜레이 단계; 상기 감산 단계의 출력 신호와 상기 인접 캐리어를 승산하여 출력하는 승산 단계; 및 상기 승산 단계의 출력 신호를 입력받아 이전 캐리어와의 평균값을 계산하여 상기 추정된 상관 계수 신호를 출력하는 제2 필터링 단계를 구비한다.
- <47> 상기 필터 계수 선택 단계는, 상기 추정된 상관 계수 신호에 따라 상기 필터링 계수 그룹을 선택하는 필터 선택 단계; 및 다수개의 필터링 계수 그룹들 각각에 속하는 필터링 계수들을 저장하고 있다가, 상기 필터 선택 단계의 필터링 계수 그룹의 선택에 응답하여, 상기 선택

된 필터링 계수 그룹에 속하는 상기 필터링 계수들을 출력하는 필터 계수 메모리 출력 단계를 구비한다.

<48> 본 발명과 본 발명의 동작상의 이점 및 본 발명의 실시에 의하여 달성되는 목적을 충분히 이해하기 위해서는 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하는 첨부 도면 및 도면에 기재된 내용을 참조하여야 한다.

<49> 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명함으로써, 본 발명을 상세히 설명한다. 각 도면에 제시된 동일한 참조부호는 동일한 부재를 나타낸다.

<50> 도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 OFDM 수신기의 채널 상태 평가 장치의 블록도이다. 도 10은 도 9의 구체적인 블록도이다.

<51> 도 9 및 도 10을 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 OFDM 수신기의 채널 상태 평가 장치는, 디매핑 및 파일럿 삽입부(de-mapping and pilot insertion unit)(57), 감산부(58), 자승 유클리드 거리 계산부(squared Euclidean distance calculation unit)(59), 전방향 캐리어 필터링부(non-recursive carrier filtering unit)(60), 데이터 캐리어 추출부(data carrier extraction unit)(61), 순환식 심볼 필터링부(recursive symbol filtering unit)(62), 및 양자화부(quantization unit)(63)를 구비한다. 이외에도 전체 딜레이부(total delay line)(81)를 더 구비할 수 있다. 또한, 옵션인(optional) 적응부(adaptation unit)(68)를 더 구비할 수 있다.

<52> 상기 디매핑 및 파일럿 삽입부(57)는 복소 OFDM 신호(equalized I, Q)를 수신하여 상기 복소 OFDM 신호(equalized I, Q) 중 데이터 캐리어에 속하는 값들, TPSC(전송변수 신호화 캐리어)에 속하는 값들, CPC(연속 파일럿 캐리어) 또는 SPC(분산 파일럿 캐리어)에 속하는 값들 각

각에 대응한 디매핑 처리를 수행하여 출력한다. 상기 복소 OFDM 신호(equalized I, Q)는 I, Q(in-phase and quadrature signal)로 이루어져 있고, 도 3의 채널 등화기(18)에서 왜곡 보상된(equalized) 복소(complex) 신호이다. 상기 디매핑 및 파일럿 삽입부(57)는, QAM 디매퍼(demapper)(69), BPSK 디매퍼(71), 및 기준 시퀀스 생성기(reference sequence generator)(73)를 구비한다. 상기 QAM 디매퍼(69)는 상기 데이터 캐리어에 속하는 값들을 QAM(quadrature amplitude modulation) 포맷에 따라 디매핑하여 출력한다. 여기서, QAM 포맷은 4-QAM, 16-QAM, 또는 64-QAM 등 다양하게 선택되어 사용될 수 있다. 상기 BPSK 디매퍼(71)는 상기 TPSC에 속하는 값들을 BPSK(binary phase-shift keying) 포맷에 따라 디매핑하여 출력한다. 상기 기준 시퀀스 생성기(73)는 상기 CPC 또는 상기 SPC에 속하는 값들에 대응하여 캐리어 위치마다 소정 실수 시퀀스(sequence of real values)(R_k)로 대체시켜 출력한다. 상기 소정 실수 시퀀스(R_k)는 [수학식 2]와 같이 나타낼 수 있다.

<53> **【수학식 2】** $R_k = 4/3 \times 2(1/2 - w_k)$

<54> (여기서, w_k 는 ETSC에 따른 pseudo random binary sequence)

<55> 상기 감산부(58)는 상기 디매핑된 신호들 각각에서 상기 복소 OFDM 신호(equalized I, Q)를 감산하고, 감산된 값들을 선택적으로 출력한다. 상기 감산부(58)는, 제1 감산기(subtractor)(70), 제2 감산기(72), 제3 감산기(74), 제어 로직(76), 및 믹스(75)를 구비한다. 상기 제1 감산기(70)는 상기 데이터 캐리어에 속하는 값들이 디매핑된 신호에서 상기 복소 OFDM 신호(equalized I, Q)를 감산하여 출력한다. 상기 제2 감산기(72)는 상기 TPSC에 속하는 값들이 디매핑된 신호에서 상기 복소 OFDM 신호(equalized I, Q)를 감산하여 출력한다. 상기 제3 감산기(74)는 상기 CPC 또는 상기 SPC에 속하는 값들이 디매핑된 신호에서 상기 복소 OFDM

신호(equalized I, Q)를 감산하여 출력한다. 상기 제어 로직(76)은 캐리어 번호(carrier number) 및 분산 파일럿 패턴 신호(scattered pilots pattern)를 입력받아 현재 캐리어의 종류를 판별하여, 현재 캐리어가 상기 데이터 캐리어인 경우, 상기 TPSC인 경우, 및 상기 CPC 또는 상기 SPC인 경우 각각에 대응하는 믹스 제어 논리 신호를 출력한다. 상기 믹스(75)는 상기 믹스 제어 논리 신호에 응답하여 상기 제1 감산기(70) 출력 신호, 상기 제2 감산기(72) 출력 신호, 또는 상기 제3 감산기(74) 출력 신호를 선택적으로 출력한다. 예를 들어, 상기 제어 로직(76)에서 현재 캐리어가 상기 데이터 캐리어로 판단된 경우에, 상기 믹스(75)는 상기 제1 감산기(70) 출력 신호를 출력한다.

<56> 상기 자승 유클리드 거리 계산부(59)는 상기 감산부(58)의 출력 신호 중 I에 속하는 신호의 자승(square) 및 Q에 속하는 신호의 자승 각각을 계산하여 상기 자승값들을 합산한 제1 에러(Err)를 출력한다. 상기 자승 유클리드 거리 계산부(59)는, IQ 신호 선택기(IQ signal selector)(77), 제1 자승 계산기(first square calculator)(78), 제2 자승 계산기(79), 및 합산기(80)를 구비한다. 상기 IQ 신호 선택기(77)는 상기 감산부(58)의 출력 신호를 상기 I에 속하는 신호 및 상기 Q에 속하는 신호 각각으로 분리하여 출력한다. 상기 제1 자승 계산기(78)는 상기 I에 속하는 신호의 자승값을 계산하여 출력한다. 상기 제2 자승 계산기(79)는 상기 Q에 속하는 신호의 자승값을 계산하여 출력한다. 상기 합산기(80)는 상기 자승값들을 합산한 제1 에러(Err)를 출력한다. 상기 제1 에러(Err)는 [수학식 3]과 같이 나타낼 수 있다.

<57> **【수학식 3】** $Err = d_I \times d_I + d_Q \times d_Q$

<58> (여기서, d_I 및 d_Q 는 감산부(58)의 출력 신호 중 I에 속하는 신호 및 Q에 속하는 신호)

<59> 상기 전방향 캐리어 필터링부(60)는 상기 제1 에러(Err)를 한 캐리어씩 지연시키고, 상기 제1 에러(Err)의 현재 캐리어값 및 지연에 의한 다수개의 캐리어값들 각각에 필터링 계수들 $\{h_0 \dots h_M\}$ 을 승산하며, 상기 승산된 값들을 합산한 제2 에러(Err')를 출력한다. 상기 전방향 캐리어 필터링부(60)는, 캐리어 딜레이 수단들(601~603), 계수 승산기들(604~607), 및 합산기들(608~610)을 구비한다. 상기 캐리어 딜레이 수단들(601~603)은 상기 제1 에러(Err)를 한 캐리어씩 지연시켜 다수개의 지연 캐리어값들을 출력한다. 상기 계수 승산기들(604~607)은 상기 제1 에러(Err)의 상기 현재 캐리어값 및 상기 지연에 의한 다수개의 캐리어값들 각각에 상기 필터링 계수들 $\{h_0 \dots h_M\}$ 을 승산하여 출력한다. 상기 합산기들(608~610)은 상기 승산된 값들을 합산한 제2 에러(Err')를 출력한다.

<60> 상기 제2 에러(Err')는 [수학식 4]와 같이 나타낼 수 있다. 상기 전방향 캐리어 필터링부(60)는 필터 오더(order)가 M인 경우에 M/2만큼의 신호 지연을 유발한다. 따라서, OFDM 수신기의 채널 상태 평가 장치에 구비되는 전체 딜레이부(81)도 상기 복소 OFDM 신호(equalized I, Q)를 M/2만큼 지연시켜 출력한다. 이에 따라, 비티비 디코더는 전체 딜레이부(81)에서 출력되는 복소 OFDM 신호(equalized I, Q) 및 아래에서 기술될 본 발명에 따른 CSI를 수신하여 디코딩을 수행한다.

<61> **【수학식 4】** $Err'_{k,t} = h_0 \times Err_{k-M/2,t} + \dots + h_{M/2-1} \times Err_{k-1,t} +$

<62> $h_{M/2} \times Err_{k,t} + h_{M/2+1} \times Err_{k+1,t} + \dots + h_M \times Err_{k+M/2,t}$

<63> (여기서, $Err_{k,t}$ 는 제1 에러, $Err'_{k,t}$ 는 제2 에러, k는 캐리어 넘버, t는 심볼 넘버, $\{h_0 \dots h_M\}$ 은 필터링 계수들, M은 필터 오더)

<64> 상기 필터링 계수들 $\{h_0 \dots h_M\}$ 은 옵션인(optional) 적응부(68)에서 계산될 수 있다. 상기 적응부(68)는 캐리어간의 상관도를 계산하여 주파수 선택적인 채널, 또는 코채널 간섭을 가지는 채널에 적응적인 상기 필터링 계수들 $\{h_0 \dots h_M\}$ 을 계산한다. 상기 전방향 캐리어 필터링부(60)에서 출력되는 제2 에러(Err/)는 자승 채널 주파수 응답 크기(SMCFR)에 반비례하는 관계를 가진다. 따라서, 상기 전방향 캐리어 필터링부(60)의 주파수 응답 특성도 도 8과 같은 커브를 가진다. 이것은, 서로 다른 채널에는 다른 필터링 계수들 $\{h_0 \dots h_M\}$ 을 가지는 필터를 적용해야 한다는 것을 의미한다. 예를 들어, 도 8에 도시된 바와 같이, 레이레이(Rayleigh) 2K 모드 채널에서는 캐리어간 상관도가 작으므로 단지 몇 개의 인접 캐리어들이 평균 계산에 사용될 수 있지만, 리신(Ricean) 8K 모드 채널에서는 캐리어간 상관도가 커서 훨씬 더 많은 인접 캐리어들이 평균 계산에 사용될 수 있다. 상기 적응부(68)는 주파수 선택적인 채널, 또는 코채널 간섭을 가지는 채널에 적응적인 상기 필터링 계수들 $\{h_0 \dots h_M\}$ 을 계산하여 상기 전방향 캐리어 필터링부(60)에 출력함으로써, 이러한 문제를 해결한다.

<65> 도 11은 도 9 또는 도 10의 적응부(68)의 구체적인 블록도이다.

<66> 도 11을 참조하면, 상기 적응부(68)는 상관도 계산부(correlation calculation unit)(66), 및 필터 계수 선택부(filter coefficients selection unit)(67)를 구비하여, 자승 채널 주파수 응답 크기(SMCFR)의 역수에 대응하는 신호를 이용하여 인접하는 두 캐리어들의 상관 계수 신호(S)를 추정하고, 상기 추정된 상관 계수 신호에 따라 선택되는 필터링 계수 그룹에 속하는 상기 필터링 계수들 $\{h_0 \dots h_M\}$ 을 출력한다. 상기 자승 채널 주파수 응답 크기(SMCFR)의 역수는 도 3의 채널 등화기(18)에서 직접 입력될 수도 있고, 도 3의 채널 등화기(18)가 상기 자승 채널 주파수 응답 크기(SMCFR)를 출력하는 경우에는 도 11과 같이 상기 적응부(68)에 역수 계산기(96)를 더 구비할 수 있다. 상기 상관도 계산부(66)는 상기 자승 채널 주파수 응답

크기(SMCFR)의 역수에 대응하는 신호를 이용하여 인접하는 두 캐리어들의 상관 계수 신호(S)를 추정하여 출력한다. 상기 필터 계수 선택부(67)는 상기 추정된 상관 계수 신호(S)에 따라 선택되는 상기 필터링 계수 그룹에 속하는 상기 필터링 계수들 $\{h_0 \dots h_M\}$ 을 출력한다.

<67> 상기 상관도 계산부(66)는, 제1 필터(97), 감산기(103), 딜레이기(delay line)(105), 승산기(106), 및 제2 필터(107)를 구비한다. 상기 제1 필터(97)는 상기 자승 채널 주파수 응답 크기(SMCFR)의 역수에 대응하는 신호를 입력받아 이전 캐리어와의 평균값을 계산하여 출력한다. 상기 감산기(103)는 상기 자승 채널 주파수 응답 크기(SMCFR)의 역수에 대응하는 입력 신호에서 상기 평균값을 감산하여 출력한다. 상기 딜레이기(105)는 상기 감산기(103)의 출력 신호를 한 캐리어 지연시켜 인접 캐리어를 출력한다. 상기 승산기(106)는 상기 감산기(103)의 출력 신호와 상기 인접 캐리어를 승산하여 출력한다. 상기 제2 필터(107)는 상기 승산기(106)의 출력 신호를 입력받아 이전 캐리어와의 평균값을 계산하여 상기 추정된 상관 계수 신호(S)를 출력한다.

<68> 상기 제1 필터(97)는 제1 서브 승산기(98), 제1 서브 합산기(99), 제1 서브 딜레이기(102), 및 제2 서브 승산기(101)를 구비한다. 상기 제1 서브 승산기(98)는 상기 자승 채널 주파수 응답 크기(SMCFR)의 역수에 대응하는 신호에 제1 시상수($1 - \beta$)를 승산하여 출력한다. 상기 제1 서브 합산기(99)는 상기 제1 서브 승산기(98)의 출력신호와 제2 순환값을 합산하여 출력한다. 상기 제1 서브 딜레이기(102)는 상기 제1 서브 합산기(99)의 출력을 한 캐리어 지연시켜 출력한다. 상기 제2 서브 승산기(101)는 상기 제1 서브 딜레이기(102)의 출력 캐리어에 제2 시상수(β)를 승산한 상기 제2 순환값을 출력한다. 여기서, β 는 실험적으로 얻어지는 값이다.

<69> 상기 제2 필터(107)는 제2 서브 합산기(108), 제2 서브 딜레이기(110), 및 제3 서브 승산기(109)를 구비한다. 상기 제2 서브 합산기(108)는 상기 승산기의 출력신호와 제3 순환값을 합산한 상기 추정된 상관 계수 신호(S)를 출력한다. 상기 제2 서브 딜레이기(110)는 상기 추정된 상관 계수 신호(S)를 한 캐리어 지연시켜 출력한다. 상기 제3 서브 승산기(109)는 상기 제2 서브 딜레이기(110)의 출력 캐리어에 제3 시상수(γ)를 승산한 상기 제3 순환값을 출력한다. 여기서, γ 는 실험적으로 얻어지는 값이다.

<70> 이와 같이 계산되어 출력되는 상기 추정된 상관 계수 신호(S)는 [수학식 5]와 같이 나타낼 수 있다.

<71> **【수학식 5】** $S \approx M[(x_k - M[x])(x_{k-1} - M[x])]$

<72> (여기서, $M[\]$ 은 평균값을 나타낸다.)

<73> 상기 필터 계수 선택부(67)는 필터 선택기(filter selector)(112), 및 필터 계수 메모리(filter coefficients memory)(113)를 구비한다. 상기 필터 선택기(112)는 상기 추정된 상관 계수 신호(S)에 따라 상기 필터링 계수 그룹을 선택한다. 상기 필터 계수 메모리(113)는 다수개의 필터링 계수 그룹들 각각에 속하는 필터링 계수들 $\{h_0 \dots h_M\}$ 을 저장하고 있고, 상기 필터 선택기(112)의 필터링 계수 그룹의 선택에 응답하여, 상기 선택된 필터링 계수 그룹에 속하는 상기 필터링 계수들 $\{h_0 \dots h_M\}$ 을 출력한다. 여기서, 필터링 계수 그룹들은 4 그룹 정도면 충분하다. 즉, 도 8과 같은 특성을 가지는 레이레이(Rayleigh) 또는 리신(Ricean) 채널에서, 2K 동작 모드, 8K 동작 모드, 16K 동작 모드, 및 32K 동작 모드 각각에 대응하는 4가지의 필터링 계수 그룹들이 존재한다. 이외에도 필요한 경우에 다른 동작 모드를 위한 더 많은 필터링 계수 그룹들이 추가될 수 있다.

- <74> 상기 데이터 캐리어 추출부(61)는 상기 제2 에러(Err')로부터 상기 데이터 캐리어에 대응하는 에러를 추출하여 출력한다.
- <75> 상기 순환식 심볼 필터링부(62)는 상기 데이터 캐리어 추출부(61)의 출력 에러를 이전 심볼과 평균한 제3 에러(Err'')를 출력한다. 상기 순환식 심볼 필터링부(62)는 합산기(82), 딜레이기(84), 및 승산기(83)를 구비한다. 상기 합산기(82)는 상기 데이터 캐리어 추출부(61)의 출력 에러와 제1 순환값을 합산한 상기 제3 에러(Err'')를 출력한다. 상기 딜레이기(84)는 상기 제3 에러(Err'')를 한 심볼 지연시켜 출력한다. 상기 승산기(83)는 상기 딜레이기(84)의 출력 심볼에 소정 상실 계수(forgetting factor)(α)를 승산한 상기 제1 순환값을 출력한다. 상기 제3 에러(Err'')는 [수학식 6]과 같이 나타낼 수 있다. [수학식 6]에서 소정 상실 계수(α)는 실험적으로 얻어지는 값이다.
- <76> **【수학식 6】** $Err''_{k,t} = Err'_{k,t} + \alpha \times Err'_{k,t-1}$
- <77> 상기 양자화부(63)는 상기 제3 에러(Err'')를 수신하여, 도 13과 같은 비선형 전달함수 관계로 반전시켜 양자화한 다수 비트의 CSI 신호를 출력한다. 상기 양자화부(63)는, 비교기들(88~90) 및 합산기들(91~92)을 구비한다. 상기 비교기들(88~90)은 상기 양자화 비트들에 의한 최대수의 십진수만큼의 레벨들로 구성되고 상기 레벨들과 상기 양자화수 사이에는 상기 반전 비선형 전달함수(inverting and non-linear transfer function) 관계를 가지는 기준 레벨들($L_0 \sim L_{15}$) 각각과 상기 제3 에러(Err'')를 비교하여, 상기 기준 레벨들($L_0 \sim L_{15}$) 각각이 상기 제3 에러(Err'')보다 크면 제2 논리 상태(예를 들어, 논리 하이 상태)를 출력하고, 그렇지 않으면 제1 논리 상태(예를 들어, 논리 로우 상태)를 출력한다. 상기 합산기들(91~92)은 상기 비교기들(88~90)의 디지털 출력값들을 합산하여 상기 다수 비트의 CSI 신호를 출력한다. 여기서 사용

되는 도 13과 같은 전달 함수는, 입력 변수에 대하여 반전된 출력 결과가 나오게 하는 반전 비선형 전달 함수로서, 도 12와 같이 64-QAM 모드의 DVB-T 신호에 대한 실험 결과를 바탕으로 근사화한 것이다. 도 13에서 "4 bit, 1.3 format"은, 예를 들어, 4비트 디지털 값 $0_00_10_20_3$ 을 십진수로 나타낼 때, [수학식 7]과 같이 변환되도록 한 것이다. 4비트 디지털 값 $0_00_10_20_3$ 이 십진수로 표시될 때, 0에서 15까지의 값들을 가지며, 이러한 값들 각각은 상기 기준

레벨들($L_0 \sim L_{15}$)과 하나씩 대응된다. 마찬가지로, 도 13에서 "9 bit, 1.8 format"은, 예를 들어, 9비트 디지털 값 $1_01_11_21_31_41_51_61_71_8$ 을 십진수로 나타낼 때, [수학식 8]과 같이 변환되도록 한 것이다. 이와 같은 방법에 의하여, CSI는 3비트, 또는 4비트 등으로 양자화된 디지털 값이다. 이외에도 필요한 경우에 CSI는 다른 비트수로 양자화될 수 있다.

<78> **【수학식 7】** $0_0 \cdot 2^0 + 0_1 \cdot 2^{-1} + 0_2 \cdot 2^{-2} + 0_3 \cdot 2^{-3}$

<79> **【수학식 8】** $1_0 \cdot 2^0 + 1_1 \cdot 2^{-1} + 1_2 \cdot 2^{-2} + 1_3 \cdot 2^{-3} + 1_4 \cdot 2^{-4} + 1_5 \cdot 2^{-5} + 1_6 \cdot 2^{-6} + 1_7 \cdot 2^{-7} + 1_8 \cdot 2^{-8}$

<80> 도 14는 다중 경로 채널에 대하여 도 9의 채널 상태 평가 장치를 적용하는 경우의 시뮬레이션 결과를 나타내는 그래프이다. 도 15는 코-채널 간섭이 있는 채널(아날로그 TV 신호인 PAL-I으로부터의 간섭)에 대하여 도 9의 채널 상태 평가 장치를 적용하는 경우의 시뮬레이션 결과를 나타내는 그래프이다. 시뮬레이션에 사용된 시스템은, 1/32의 가드 인터벌(guard interval), 2/3의 내부 코드율(inner code rate), 64-QAM 변조 방식을 사용하고 2K 모드에서 동작하는 DVB-T 시스템이다. 도 14에 나타낸 바와 같이, 채널 상태 평가의 간접 방식(indirect method)에 비하여 약간의 왜곡(degradation)이 있으며, 도 15에 나타낸 바와 같이, 코-채널 간섭이 존재하는 채널에서는 간접 방식에 비하여 상당히 개선된다. 또한, 도 14에서, 본 발명에

따른 전방향 캐리어 필터링부(60)를 적용하는 경우에는 그렇지 않은 경우에 비하여, 2×10^{-4} BER(bit error rate)에서 SNR 3.3 dB 정도의 이득을 보게된다.

<81> 위에서 기술한 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 OFDM 수신기의 채널 상태 평가 장치는, 전방향 캐리어 필터링부(60)를 구비하여 상기 제1 에러(Err)를 한 캐리어씩 지연시키고, 상기 제1 에러(Err)의 현재 캐리어값 및 지연에 의한 다수개의 캐리어값들 각각에 필터링 계수들 $\{h_0 \dots h_M\}$ 을 승산하며, 상기 승산된 값들을 합산한 제2 에러(Err')를 출력함으로써, 채널 상태 추정을 개선한다. 특히, 상기 OFDM 수신기의 채널 상태 평가 장치는 적응부(68)를 더 구비하여, 자승 채널 주파수 응답 크기(SMCFR)의 역수에 대응하는 신호를 이용하여 인접하는 두 캐리어들의 상관 계수 신호(S)를 추정하고, 상기 추정된 상관 계수 신호(S)에 따라 선택되는 필터링 계수 그룹에 속하는 필터링 계수들 $\{h_0 \dots h_M\}$ 을 출력함으로써, 주파수 선택적인 채널, 또는 모발 채널에 적응할 수 있다.

<82> 이상에서와 같이 도면과 명세서에서 최적 실시예가 개시되었다. 여기서 특정한 용어들이 사용되었으나, 이는 단지 본 발명을 설명하기 위한 목적에서 사용된 것이지 의미한정이나 특허청구범위에 기재된 본 발명의 범위를 제한하기 위하여 사용된 것은 아니다. 그러므로 본 기술분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

【발명의 효과】

<83> 상술한 바와 같이 본 발명에 따른 OFDM 수신기의 채널 상태 평가 장치는, 수신 신호값과 디매핑된값 사이의 자승 유클리드 거리를 채널 상태 평가에 이용하여 주파수 선택적인 채널에

적응하고 코-채널 간섭이 있는 신호 처리에도 적합한 신뢰성있는 CSI를 추정한다. 따라서, 이와 같이 추정된 CSI는 비터비 디코더와 같은 후속 에러 정정 디코더의 비트-메트릭 계산에 이용됨으로써 시스템의 SNR 이득을 높일 수 있다. 또한, 이를 구비한 디지털 텔레비전 수신 장치 등에서 DVB-T 신호를 안정적으로 수신하여 영상 처리함으로써, 디지털 텔레비전에서 왜곡 없이 깨끗한 영상이 디스플레이 될 수 있는 효과가 있다.

【특허청구범위】

【청구항 1】

복소 OFDM 신호를 수신하여 상기 복소 OFDM 신호 중 데이터 캐리어에 속하는 값들, TPSC에 속하는 값들, CPC 또는 SPC에 속하는 값들 각각에 대응한 디매핑 처리를 수행하여 출력하는 디매핑 및 파일럿 삽입부;

상기 디매핑된 신호들 각각에서 상기 복소 OFDM 신호를 감산하고, 감산된 값들을 선택적으로 출력하는 감산부;

상기 감산부의 출력 신호 중 I에 속하는 신호의 자승 및 Q에 속하는 신호의 자승 각각을 계산하여 상기 자승값들을 합산한 제1 에러를 출력하는 자승 유클리드 거리 계산부;

상기 제1 에러를 한 캐리어씩 지연시키고, 상기 제1 에러의 현재 캐리어값 및 지연에 의한 다수개의 캐리어값들 각각에 필터링 계수들을 승산하며, 상기 승산된 값들을 합산한 제2 에러를 출력하는 전방향 캐리어 필터링부;

상기 제2 에러로부터 상기 데이터 캐리어에 대응하는 에러를 추출하여 출력하는 데이터 캐리어 추출부;

상기 데이터 캐리어 추출부의 출력 에러를 이전 심볼과 평균한 제3 에러를 출력하는 순환식 심볼 필터링부; 및

상기 제3 에러를 수신하여, 비선형 전달함수 관계로 반전시켜 양자화한 다수 비트의 CSI 신호를 출력하는 양자화부를 구비하는 것을 특징으로 하는 OFDM 수신기의 채널 상태 평가 장치.

【청구항 2】

제 1항에 있어서, 상기 OFDM 수신기의 채널 상태 평가 장치는,

상기 전방향 캐리어 필터링부의 딜레이와 같은양만큼 상기 복소 OFDM 신호를 지연시켜 출력하는 전체 딜레이부를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 OFDM 수신기의 채널 상태 평가 장치.

【청구항 3】

제 1항에 있어서, 상기 OFDM 수신기의 채널 상태 평가 장치는,

자승 채널 주파수 응답 크기의 역수에 대응하는 신호를 이용하여 인접하는 두 캐리어들의 상관 계수 신호를 추정하고, 상기 추정된 상관 계수 신호에 따라 선택되는 필터링 계수 그룹에 속하는 상기 필터링 계수들을 출력하는 적응부를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 OFDM 수신기의 채널 상태 평가 장치.

【청구항 4】

제 1항에 있어서, 상기 디매핑 및 파일럿 삽입부는,

상기 데이터 캐리어에 속하는 값들을 QAM 포맷에 따라 디매핑하여 출력하는 QAM 디매퍼;

상기 TPSC에 속하는 값들을 BPSK 포맷에 따라 디매핑하여 출력하는 BPSK 디매퍼; 및

상기 CPC 또는 상기 SPC에 속하는 값들에 대응하여 캐리어 위치마다 소정 실수 시퀀스로 대체시켜 출력하는 기준 시퀀스 생성기를 구비하는 것을 특징으로 하는 OFDM 수신기의 채널 상태 평가 장치.

【청구항 5】

제 1항에 있어서, 상기 감산부는,

상기 데이터 캐리어에 속하는 값들이 디매핑된 신호에서 상기 복소 OFDM 신호를 감산하여 출력하는 제1 감산기;

상기 TPSC에 속하는 값들이 디매핑된 신호에서 상기 복소 OFDM 신호를 감산하여 출력하는 제2 감산기;

상기 CPC 또는 상기 SPC에 속하는 값들이 디매핑된 신호에서 상기 복소 OFDM 신호를 감산하여 출력하는 제3 감산기;

캐리어 번호 및 분산 파일럿 패턴 신호를 입력받아 현재 캐리어의 종류를 판별하여, 현재 캐리어가 상기 데이터 캐리어인 경우, 상기 TPSC인 경우, 및 상기 CPC 또는 상기 SPC인 경우 각각에 대응하는 맥스 제어 논리 신호를 출력하는 제어 로직; 및

상기 맥스 제어 논리 신호에 응답하여 상기 제1 감산기 출력 신호, 상기 제2 감산기 출력 신호, 또는 상기 제3 감산기 출력 신호를 선택적으로 출력하는 맥스를 구비하는 것을 특징으로 하는 OFDM 수신기의 채널 상태 평가 장치.

【청구항 6】

제 1항에 있어서, 상기 자승 유클리드 거리 계산부는,

상기 감산부의 출력 신호를 상기 I에 속하는 신호 및 상기 Q에 속하는 신호 각각으로 분리하여 출력하는 IQ 신호 선택기;

상기 I에 속하는 신호의 자승값을 계산하여 출력하는 제1 자승 계산기;

상기 Q에 속하는 신호의 자승값을 계산하여 출력하는 제2 자승 계산기; 및

상기 자승값들을 합산한 제1 에러를 출력하는 합산기를 구비하는 것을 특징으로 하는 OFDM 수신기의 채널 상태 평가 장치.

【청구항 7】

제 1항에 있어서, 상기 전방향 캐리어 필터링부는,

상기 제1 에러를 한 캐리어씩 지연시켜 다수개의 지연 캐리어값들을 출력하는 캐리어 딜레이 수단들;

상기 제1 에러의 상기 현재 캐리어값 및 상기 지연에 의한 다수개의 캐리어값들 각각에 상기 필터링 계수들을 승산하여 출력하는 계수 승산기들; 및

상기 승산된 값들을 합산한 제2 에러를 출력하는 합산기들을 구비하는 것을 특징으로 하는 OFDM 수신기의 채널 상태 평가 장치.

【청구항 8】

제 1항에 있어서, 상기 순환식 심볼 필터링부는,

상기 데이터 캐리어 추출부의 출력 에러와 제1 순환값을 합산한 상기 제3 에러를 출력하는 합산기;

상기 제3 에러를 한 심볼 지연시켜 출력하는 딜레이기; 및

상기 딜레이기의 출력 심볼에 소정 상śl 계수를 승산한 상기 제1 순환값을 출력하는 승산기를 구비하는 것을 특징으로 하는 OFDM 수신기의 채널 상태 평가 장치.

【청구항 9】

제 1항에 있어서, 상기 양자화부는,

상기 양자화 비트들에 의한 최대수의 십진수만큼의 레벨들로 구성되고 상기 레벨들과 상기 양자화수 사이에는 상기 반전 비선형 전달함수 관계를 가지는 기준 레벨들 각각과 상기 제3 에러를 비교하여, 상기 기준 레벨들 각각이 상기 제3 에러보다 크면 제2 논리 상태를 출력하고, 그렇지 않으면 제1 논리 상태를 출력하는 비교기들; 및

상기 비교기들의 디지털 출력값들을 합산하여 상기 다수 비트의 CSI 신호를 출력하는 합산기들을 구비하는 것을 특징으로 하는 OFDM 수신기의 채널 상태 평가 장치.

【청구항 10】

제 3항에 있어서, 상기 적응부는,

상기 자승 채널 주파수 응답 크기의 역수에 대응하는 신호를 이용하여 인접하는 두 캐리어들의 상관 계수 신호를 추정하여 출력하는 상관도 계산부; 및

상기 추정된 상관 계수 신호에 따라 선택되는 상기 필터링 계수 그룹에 속하는 상기 필터링 계수들을 출력하는 필터 계수 선택부를 구비하는 것을 특징으로 하는 OFDM 수신기의 채널 상태 평가 장치.

【청구항 11】

제 10항에 있어서, 상기 상관도 계산부는,

상기 자승 채널 주파수 응답 크기의 역수에 대응하는 신호를 입력받아 이전 캐리어와의 평균값을 계산하여 출력하는 제1 필터;

상기 자승 채널 주파수 응답 크기의 역수에 대응하는 입력 신호에서 상기 평균값을 감산하여 출력하는 감산기;

상기 감산기의 출력 신호를 한 캐리어 지연시켜 인접 캐리어를 출력하는 딜레이기;

상기 감산기의 출력 신호와 상기 인접 캐리어를 승산하여 출력하는 승산기; 및

상기 승산기의 출력 신호를 입력받아 이전 캐리어와의 평균값을 계산하여 상기 추정된 상관 계수 신호를 출력하는 제2 필터를 구비하는 것을 특징으로 하는 OFDM 수신기의 채널 상태 평가 장치.

【청구항 12】

제 11항에 있어서, 상기 제1 필터는,

상기 자승 채널 주파수 응답 크기의 역수에 대응하는 신호에 제1 시상수를 승산하여 출력하는 제1 서브 승산기;

상기 제1 서브 승산기의 출력신호와 제2 순환값을 합산하여 출력하는 제1 서브 합산기;

상기 제1 서브 합산기의 출력을 한 캐리어 지연시켜 출력하는 제1 서브 딜레이기; 및

상기 제1 서브 딜레이기의 출력 캐리어에 제2 시상수를 승산한 상기 제2 순환값을 출력하는 제2 서브 승산기를 구비하는 것을 특징으로 하는 OFDM 수신기의 채널 상태 평가 장치.

【청구항 13】

제 11항에 있어서, 상기 제2 필터는,

상기 승산기의 출력신호와 제3 순환값을 합산한 상기 추정된 상관 계수 신호를 출력하는 제2 서브 합산기;

상기 추정된 상관 계수 신호를 한 캐리어 지연시켜 출력하는 제2 서브 딜레이기; 및

상기 제2 서브 딜레이기의 출력 캐리어에 제3 시상수를 승산한 상기 제3 순환값을 출력하는 제3 서브 승산기를 구비하는 것을 특징으로 하는 OFDM 수신기의 채널 상태 평가 장치.

【청구항 14】

제 10항에 있어서, 상기 필터 계수 선택부는,

상기 추정된 상관 계수 신호에 따라 상기 필터링 계수 그룹을 선택하는 필터 선택기; 및
다수개의 필터링 계수 그룹들 각각에 속하는 필터링 계수들을 저장하고 있고, 상기 필터 선택기의 필터링 계수 그룹의 선택에 응답하여, 상기 선택된 필터링 계수 그룹에 속하는 상기 필터링 계수들을 출력하는 필터 계수 메모리를 구비하는 것을 특징으로 하는 OFDM 수신기의 채널 상태 평가 장치.

【청구항 15】

복소 OFDM 신호를 수신하여 상기 복소 OFDM 신호 중 데이터 캐리어에 속하는 값들, TPSC에 속하는 값들, CPC 또는 SPC에 속하는 값들 각각에 대응한 디매핑 처리를 수행하여 출력하는 디매핑 단계;

상기 디매핑된 신호들 각각에서 상기 복소 OFDM 신호를 감산하고, 감산된 값들을 선택적으로 출력하는 감산 단계;

상기 감산 단계의 출력 신호 중 I에 속하는 신호의 자승 및 Q에 속하는 신호의 자승 각각을 계산하여 상기 자승값들을 합산한 제1 에러를 출력하는 자승 유클리드 거리 계산 단계;

상기 제1 에러를 한 캐리어씩 지연시키고, 상기 제1 에러의 현재 캐리어값 및 지연에 의한 다수개의 캐리어값들 각각에 필터링 계수들을 승산하며, 상기 승산된 값들을 합산한 제2 에러를 출력하는 전방향 캐리어 필터링 단계;

상기 제2 에러로부터 상기 데이터 캐리어에 대응하는 에러를 추출하여 출력하는 데이터 캐리어 추출 단계;

상기 데이터 캐리어 추출 단계의 출력 에러를 이전 심볼과 평균한 제3 에러를 출력하는 순환식 심볼 필터링 단계; 및

상기 제3 에러를 수신하여, 비선형 전달함수 관계로 반전시켜 양자화한 다수 비트의 CSI 신호를 출력하는 양자화 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 OFDM 수신기의 채널 상태 평가 방법.

【청구항 16】

제 15항에 있어서, 상기 OFDM 수신기의 채널 상태 평가 방법은,

상기 전방향 캐리어 필터링 단계의 딜레이와 같은양만큼 상기 복소 OFDM 신호를 지연시켜 출력하는 전체 딜레이 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 OFDM 수신기의 채널 상태 평가 방법.

【청구항 17】

제 15항에 있어서, 상기 OFDM 수신기의 채널 상태 평가 방법은,

자승 채널 주파수 응답 크기의 역수에 대응하는 신호를 이용하여 인접하는 두 캐리어들의 상관 계수 신호를 추정하고, 상기 추정된 상관 계수 신호에 따라 선택되는 필터링 계수 그룹에 속하는 상기 필터링 계수들을 출력하는 적응 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 OFDM 수신기의 채널 상태 평가 방법.

【청구항 18】

제 15항에 있어서, 상기 디매핑 단계는,

상기 데이터 캐리어에 속하는 값들을 QAM 포맷에 따라 디매핑하여 출력하는 QAM 디매핑 단계;

상기 TPSC에 속하는 값들을 BPSK 포맷에 따라 디매핑하여 출력하는 BPSK 디매핑 단계;

및

상기 CPC 또는 상기 SPC에 속하는 값들에 대응하여 캐리어 위치마다 소정 실수 시퀀스로 대체시켜 출력하는 기준 시퀀스 생성 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 OFDM 수신기의 채널 상태 평가 방법.

【청구항 19】

제 15항에 있어서, 상기 감산 단계는,

상기 데이터 캐리어에 속하는 값들이 디매핑된 신호에서 상기 복소 OFDM 신호를 감산하여 출력하는 제1 감산 단계;

상기 TPSC에 속하는 값들이 디매핑된 신호에서 상기 복소 OFDM 신호를 감산하여 출력하는 제2 감산 단계;

상기 CPC 또는 상기 SPC에 속하는 값들이 디매핑된 신호에서 상기 복소 OFDM 신호를 감산하여 출력하는 제3 감산 단계;

캐리어 번호 및 분산 파일럿 패턴 신호를 입력받아 현재 캐리어의 종류를 판별하여, 현재 캐리어가 상기 데이터 캐리어인 경우, 상기 TPSC인 경우, 및 상기 CPC 또는 상기 SPC인 경우 각각에 대응하는 맥스 제어 논리 신호를 출력하는 제어 신호 발생 단계; 및

상기 맥스 제어 논리 신호에 응답하여 상기 제1 감산 단계 출력 신호, 상기 제2 감산 단계 출력 신호, 또는 상기 제3 감산 단계 출력 신호를 선택적으로 출력하는 멀티플렉싱 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 OFDM 수신기의 채널 상태 평가 방법.

【청구항 20】

제 15항에 있어서, 상기 자승 유클리드 거리 계산 단계는,

상기 감산 단계의 출력 신호를 상기 I에 속하는 신호 및 상기 Q에 속하는 신호 각각으로 분리하여 출력하는 IQ 신호 선택 단계;

상기 I에 속하는 신호의 자승값을 계산하여 출력하는 제1 자승 계산 단계;

상기 Q에 속하는 신호의 자승값을 계산하여 출력하는 제2 자승 계산 단계; 및

상기 자승값들을 합산한 제1 에러를 출력하는 합산 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 OFDM 수신기의 채널 상태 평가 방법.

【청구항 21】

제 15항에 있어서, 상기 전방향 캐리어 필터링 단계는,

상기 제1 에러를 한 캐리어씩 지연시켜 다수개의 지연 캐리어값들을 출력하는 캐리어 딜레이 단계;

상기 제1 에러의 상기 현재 캐리어값 및 상기 지연에 의한 다수개의 캐리어값들 각각에 상기 필터링 계수들을 승산하여 출력하는 계수 승산 단계; 및

상기 승산된 값들을 합산한 제2 에러를 출력하는 합산 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 OFDM 수신기의 채널 상태 평가 방법.

【청구항 22】

제 15항에 있어서, 상기 순환식 심볼 필터링 단계는,

상기 데이터 캐리어 추출 단계의 출력 에러와 제1 순환값을 합산한 상기 제3 에러를 출력하는 합산 단계;

상기 제3 에러를 한 심볼 지연시켜 출력하는 딜레이 단계; 및

상기 딜레이 단계의 출력 심볼에 소정 상실 계수를 승산한 상기 제1 순환값을 출력하는 승산 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 OFDM 수신기의 채널 상태 평가 방법.

【청구항 23】

제 15항에 있어서, 상기 양자화 단계는,

상기 양자화 비트들에 의한 최대수의 십진수만큼의 레벨들로 구성되고 상기 레벨들과 상기 양자화수 사이에는 상기 반전 비선형 전달함수 관계를 가지는 기준 레벨들 각각과 상기 제3 에러를 비교하여, 상기 기준 레벨들 각각이 상기 제3 에러보다 크면 제2 논리 상태를 출력하고, 그렇지 않으면 제1 논리 상태를 출력하는 비교 단계; 및

상기 비교 단계의 디지털 출력값들을 합산하여 상기 다수 비트의 CSI 신호를 출력하는 합산 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 OFDM 수신기의 채널 상태 평가 방법.

【청구항 24】

제 17항에 있어서, 상기 적응 단계는,

상기 자승 채널 주파수 응답 크기의 역수에 대응하는 신호를 이용하여 인접하는 두 캐리어들의 상관 계수 신호를 추정하여 출력하는 상관도 계산 단계; 및

상기 추정된 상관 계수 신호에 따라 선택되는 상기 필터링 계수 그룹에 속하는 상기 필터링 계수들을 출력하는 필터 계수 선택 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 OFDM 수신기의 채널 상태 평가 방법.

【청구항 25】

제 24항에 있어서, 상기 상관도 계산 단계는,

상기 자승 채널 주파수 응답 크기의 역수에 대응하는 신호를 입력받아 이전 캐리어와의 평균값을 계산하여 출력하는 제1 필터링 단계;

상기 자승 채널 주파수 응답 크기의 역수에 대응하는 입력 신호에서 상기 평균값을 감산하여 출력하는 감산 단계;

상기 감산 단계의 출력 신호를 한 캐리어 지연시켜 인접 캐리어를 출력하는 딜레이 단계;

상기 감산 단계의 출력 신호와 상기 인접 캐리어를 승산하여 출력하는 승산 단계; 및

상기 승산 단계의 출력 신호를 입력받아 이전 캐리어와의 평균값을 계산하여 상기 추정된 상관 계수 신호를 출력하는 제2 필터링 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 OFDM 수신기의 채널 상태 평가 방법.

【청구항 26】

제 25항에 있어서, 상기 제1 필터링 단계는,

상기 자승 채널 주파수 응답 크기의 역수에 대응하는 신호에 제1 시상수를 승산하여 출력하는 제1 서브 승산 단계;

상기 제1 서브 승산기의 출력신호와 제2 순환값을 합산하여 출력하는 제1 서브 합산 단계;

상기 제1 서브 합산 단계의 출력을 한 캐리어 지연시켜 출력하는 제1 서브 딜레이 단계; 및

상기 제1 서브 딜레이 단계의 출력 캐리어에 제2 시상수를 승산한 상기 제2 순환값을 출력하는 제2 서브 승산 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 OFDM 수신기의 채널 상태 평가 방법.

【청구항 27】

제 25항에 있어서, 상기 제2 필터링 단계는,

상기 승산 단계의 출력신호와 제3 순환값을 합산한 상기 추정된 상관 계수 신호를 출력하는 제2 서브 합산 단계;

상기 추정된 상관 계수 신호를 한 캐리어 지연시켜 출력하는 제2 서브 딜레이 단계; 및

상기 제2 서브 딜레이 단계의 출력 캐리어에 제3 시상수를 승산한 상기 제3 순환값을 출력하는 제3 서브 승산 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 OFDM 수신기의 채널 상태 평가 방법.

【청구항 28】

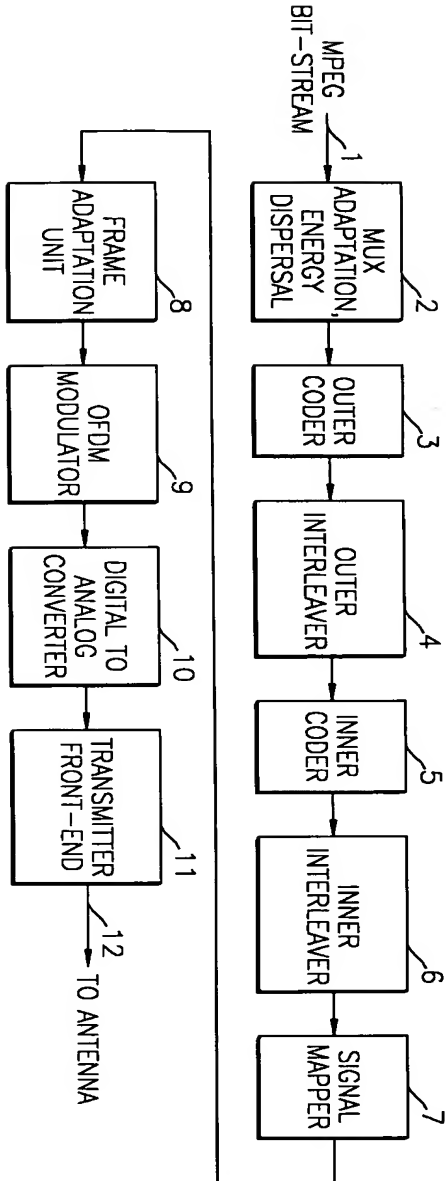
제 24항에 있어서, 상기 필터 계수 선택 단계는,

상기 추정된 상관 계수 신호에 따라 상기 필터링 계수 그룹을 선택하는 필터 선택 단계; 및

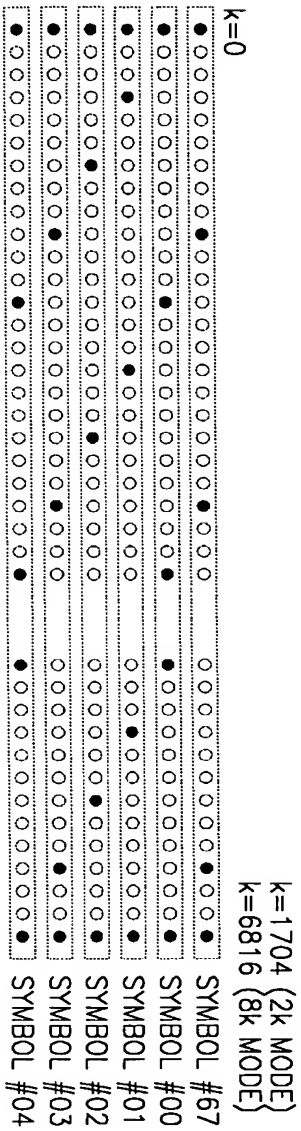
다수개의 필터링 계수 그룹들 각각에 속하는 필터링 계수들을 저장하고 있다가, 상기 필터 선택 단계의 필터링 계수 그룹의 선택에 응답하여, 상기 선택된 필터링 계수 그룹에 속하는 상기 필터링 계수들을 출력하는 필터 계수 메모리 출력 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 OFDM 수신기의 채널 상태 평가 방법.

【도면】

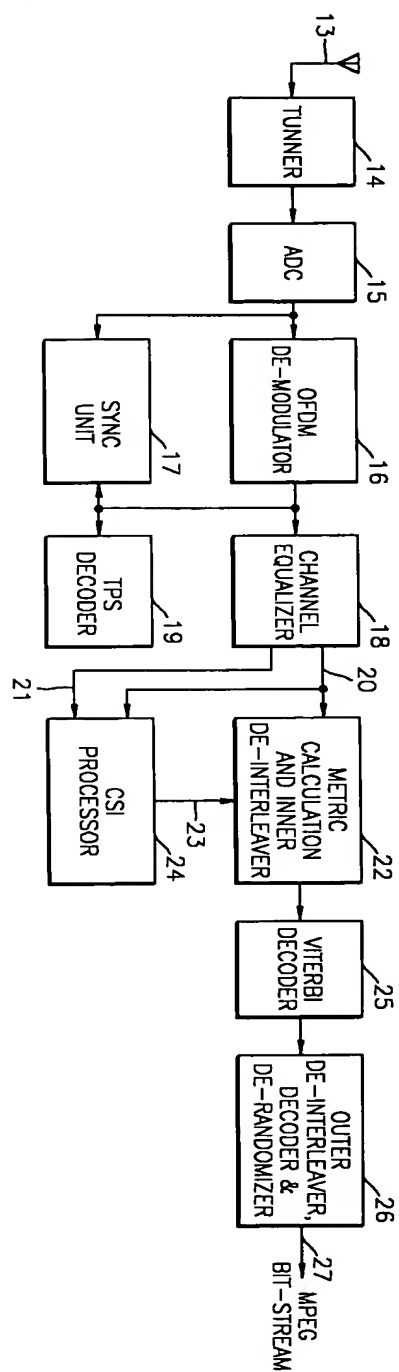
【도 1】



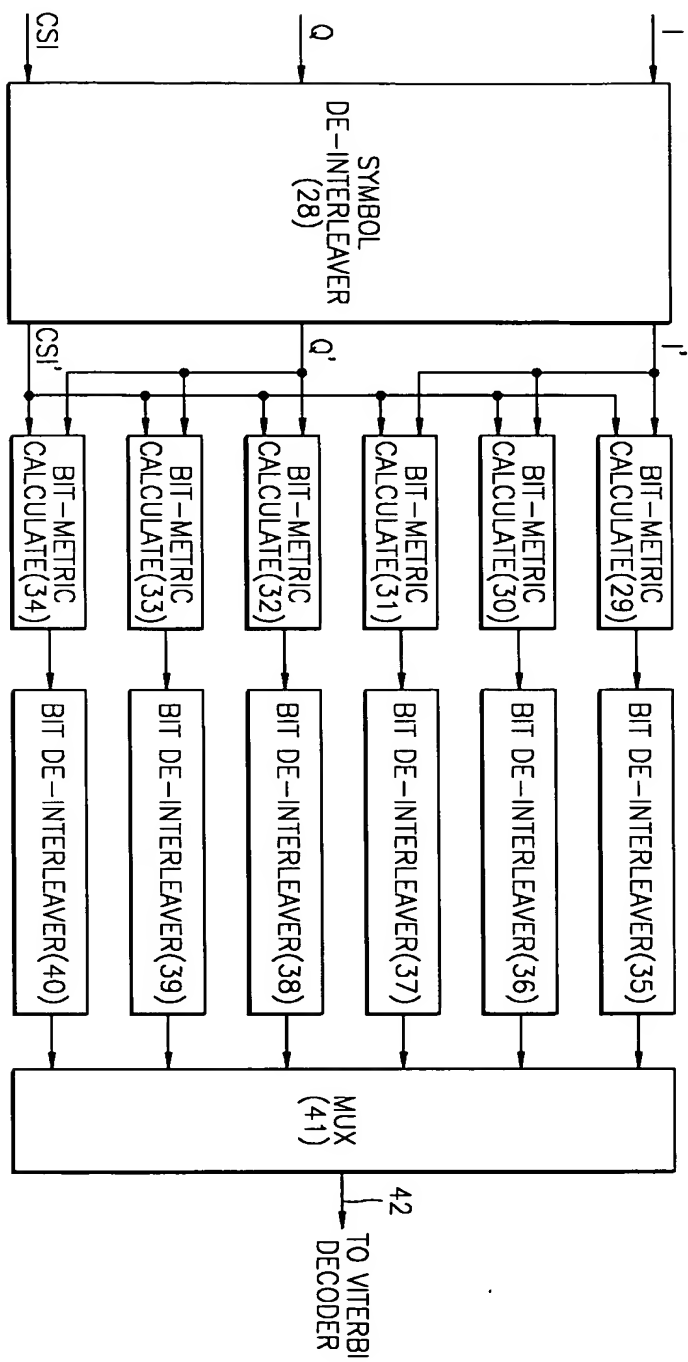
【도 2】



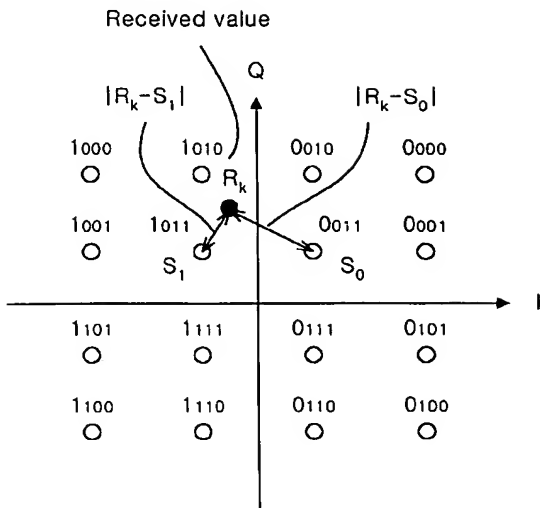
【도 3】



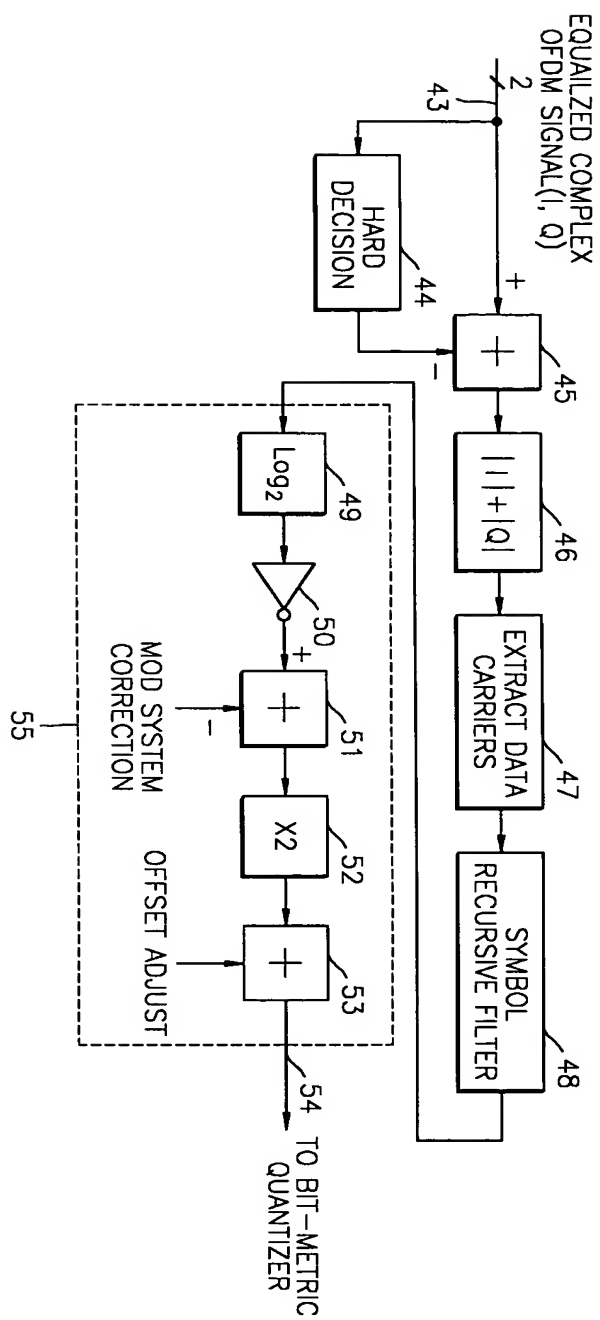
【도 4】



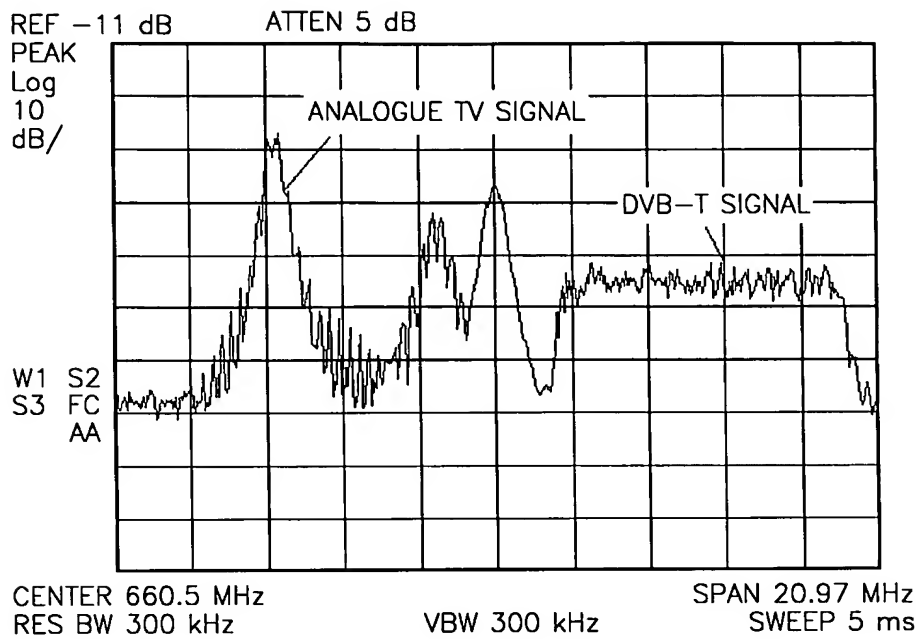
【도 5】



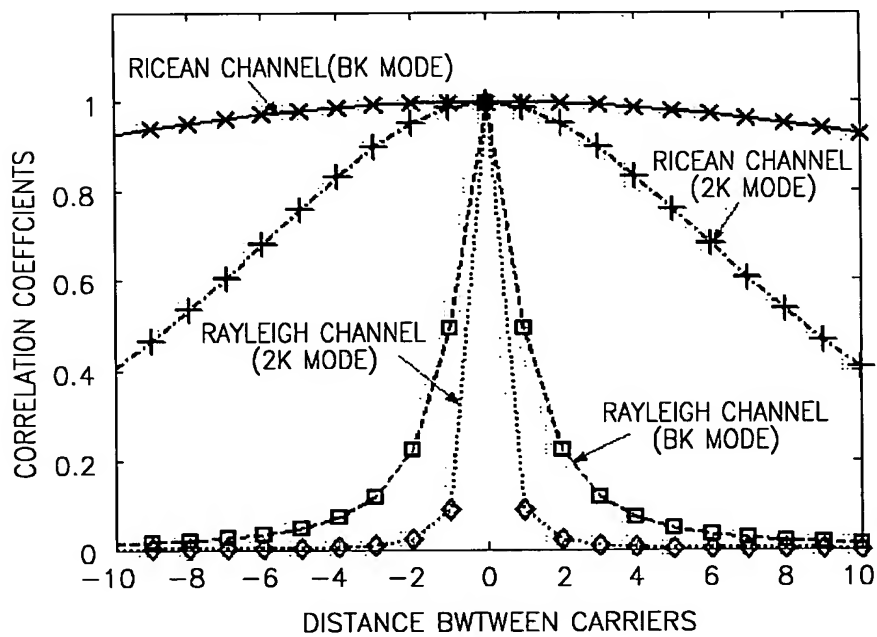
【도 6】



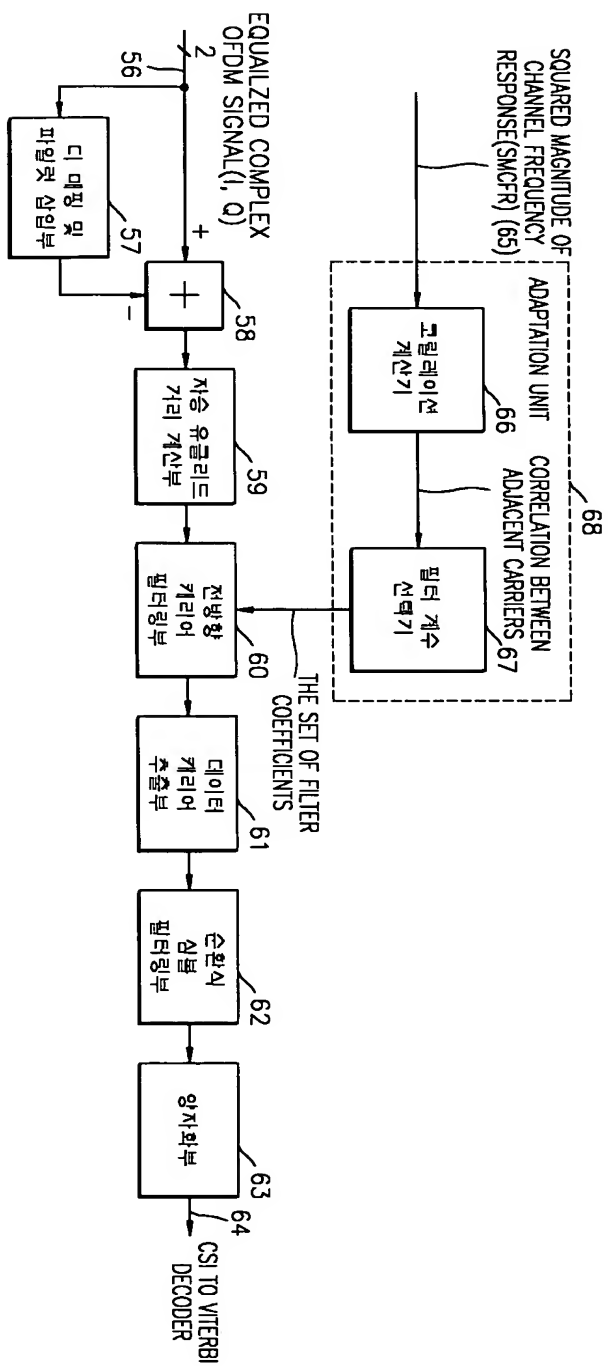
【도 7】



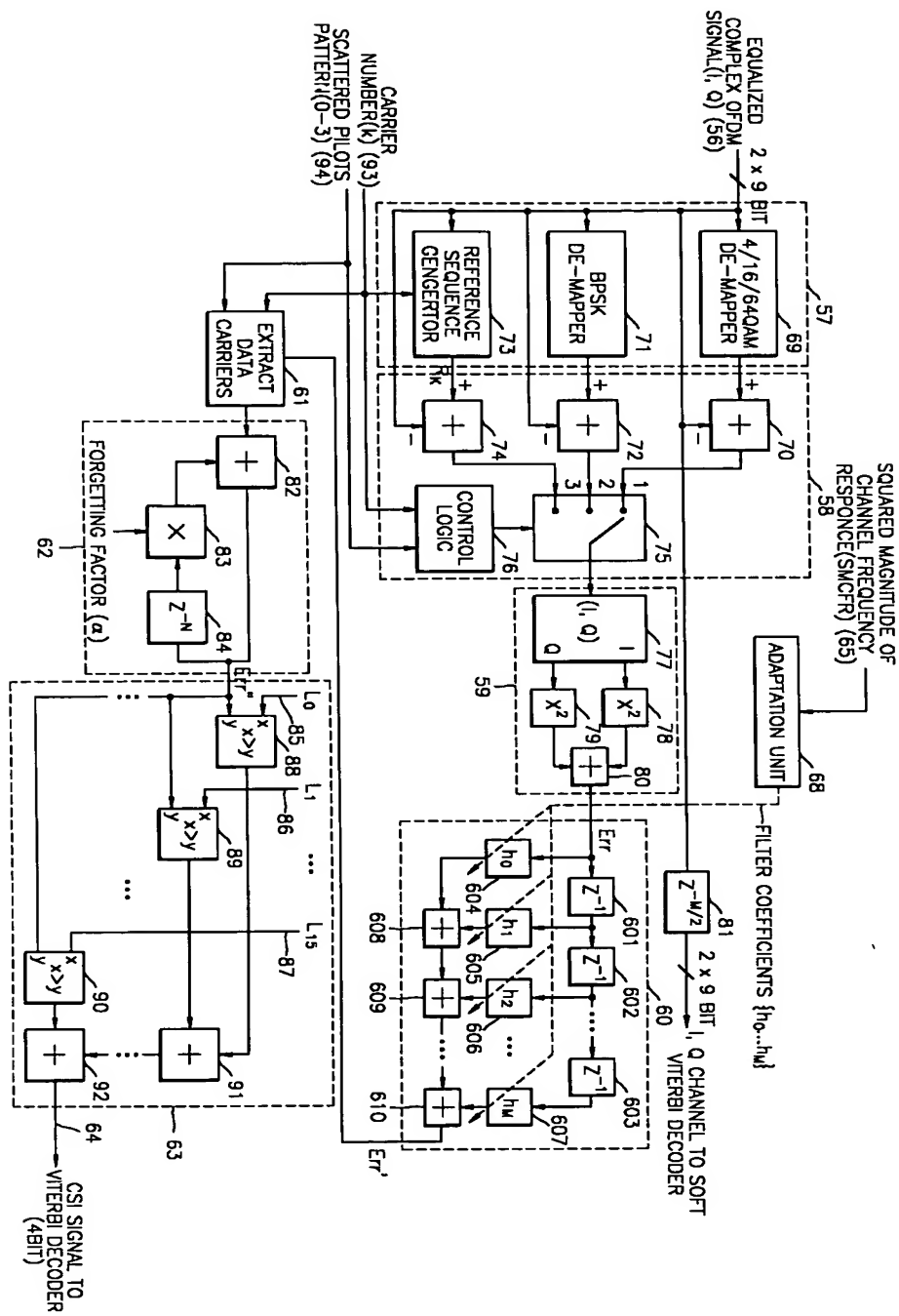
【도 8】



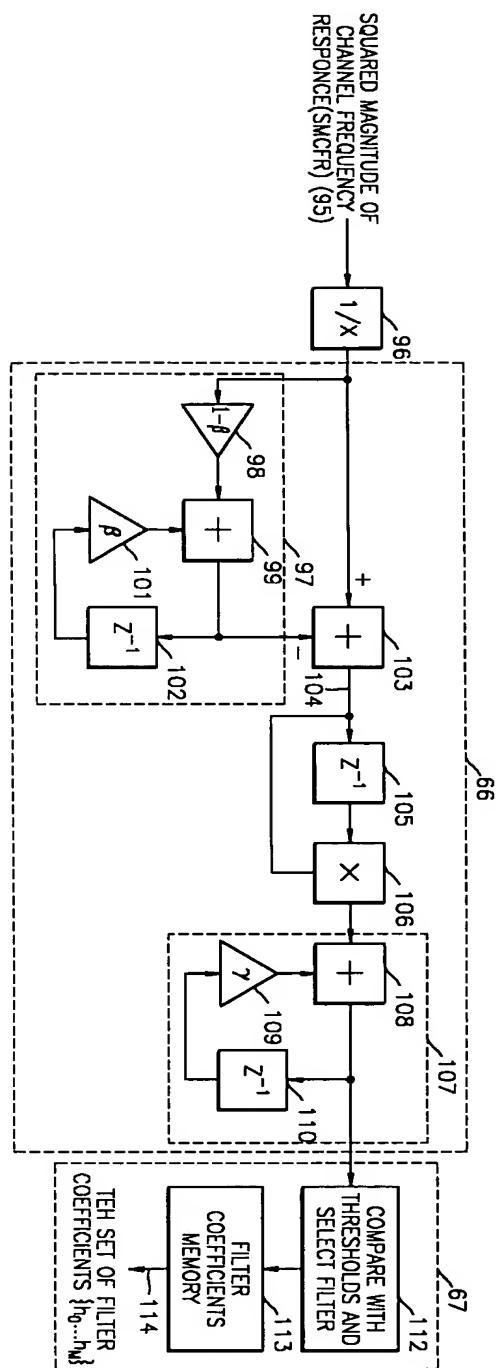
【도 9】



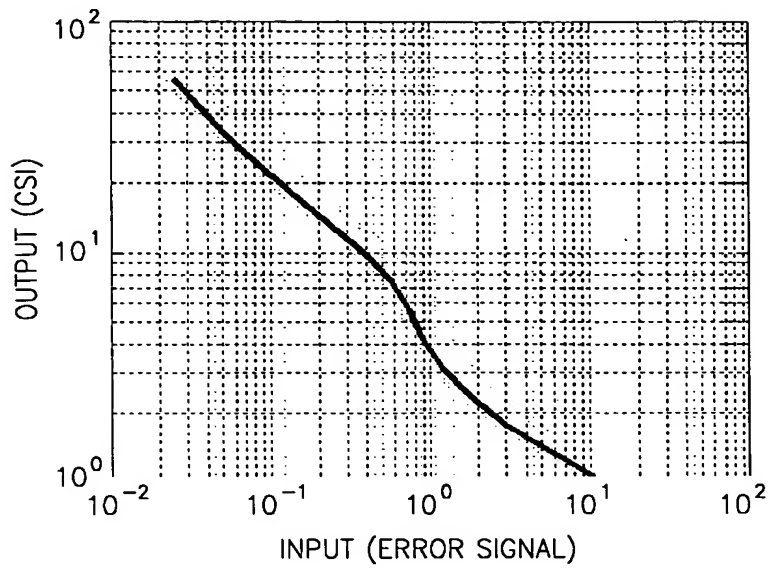
【도 10】



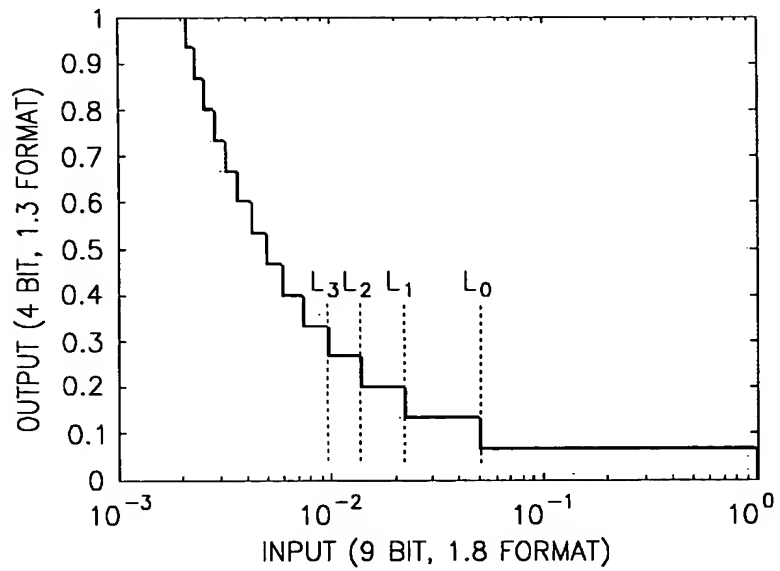
【도 11】



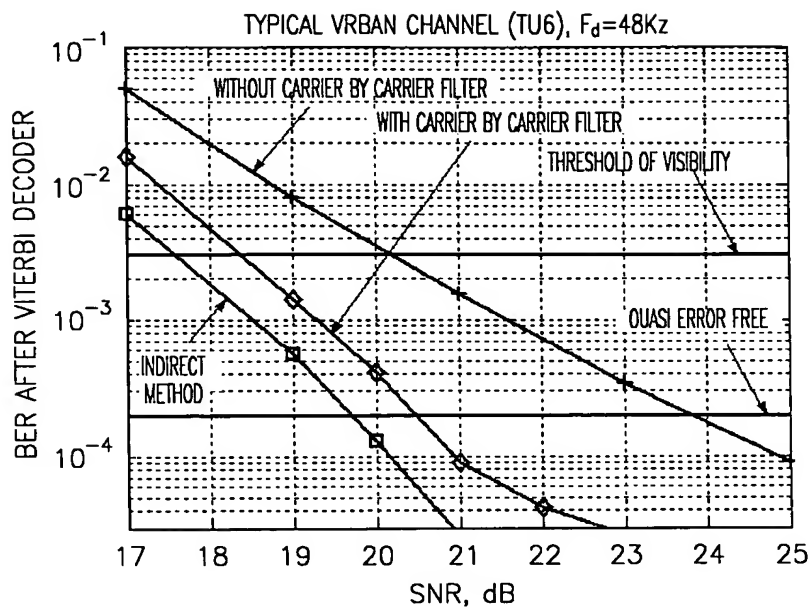
【도 12】



【도 13】



【도 14】



【도 15】

